

общества и проблемы их восстановления и сохранения. - Екатеринбург, 1992. – С. 87-92.

УДК 630.161.02

Г.Н. Новоселова, Н.В. Марина, С.А. Шавнин, В.В. Фомин
(Уральский государственный лесотехнический университет)

СОДЕРЖАНИЕ СВОБОДНОГО ПРОЛИНА В ХВОЕ КАК ИНДИКАТОР СОСТОЯНИЯ СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ, ПОДВЕРЖЕННЫХ ДЕЙСТВИЮ АЭРОТЕХНОГЕННЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

Проанализировано накопление свободного пролина в хвое сосны обыкновенной, произрастающей в зоне аэротехногенных загрязнений. Показано, что в комплексе с другими данная характеристика позволяет более объективно характеризовать степень ослабления сосны под действием стрессовых факторов.

При длительном воздействии даже невысоких доз аэротехногенных загрязнений на лесные биогеоценозы происходит накопление токсикантов в растительных тканях. Это вызывает определенные нарушения в метаболизме растений, сдвиг которых в ту или иную сторону зависит как от уровня загрязнения, так и от возможности растительного организма приспособляться к данным стрессовым условиям. Одним из веществ, приуроченным к точкам максимально напряженного метаболизма, является свободный пролин, защитную функцию которого связывают с его высокой гидрофильностью, с отсутствием ингибирующего эффекта высоких концентраций и его способностью стабилизировать коллоиды и метаболические процессы в тканях [1]. Это имеет значение как в период неблагоприятных условий, так и для успешного протекания репарационных процессов, если растение оказывается в оптимальной среде.

Задачей настоящего исследования явилось изучение взаимосвязи накопления свободного пролина с состоянием сосновых древостоев, произрастающих в зоне действия техногенных загрязнений в течение длительного времени.

Методика и объекты исследований

Работы проводили на лесных культурах сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) I-II классов возраста, произрастающих в районе Первоуральско-Ревдинского промышленного узла. Наибольший вклад в аэротехногенное загрязнение данного района вносит Среднеуральский медеплавильный завод (СУМЗ), среди выбросов которого основная доля приходится на диоксид серы. Пробные площади (ПП) в количестве 65 штук заложены в разных направлениях и на разных удалениях от источника загрязнения. Контролем служили древостои сосны 15- и 28-летнего возраста, расположенные вне зоны загрязнения. Для анализа использовали хвою второго года жизни из средней части кроны южной экспозиции, собранную в августе-сентябре.

Содержание свободного пролина определяли фотометрически в средней пробе хвои с 10 деревьев на каждой ПП по методике, описанной в работе [2]. Анализируемый материал высушивали при температуре 105^oC в течение пяти часов и измельчали на лабораторной мельнице. В таблице приведены средние значения из 5 аналитических повторностей и ошибки среднего. Содержание пролина представлено в пересчете на абсолютно сухую массу хвои.

Результаты и обсуждение

Известно, что для большинства растений, находящихся в нормальных условиях существования, характерно низкое содержание свободного пролина в вегетативных органах, которое может значительно увеличиваться при стрессовых ситуациях [3,4,5]. Результаты исследований показали, что вне зоны действия загрязнений (в западном направлении от СУМЗа) содержание пролина в хвое одинаково или ниже контрольного уровня. Количество пролина в хвое сосны в зоне загрязнения (восточное и юго-восточное направления от СУМЗа), как правило, повышенное. При этом не наблюдается пропорционального уменьшения его содержания с удалением от завода, а накопление пролина имеет место не только в зонах сильного загрязнения, но и в зонах, находящихся на весьма большом расстоянии от СУМЗа. Так, среди ПП, расположенных в этих направлениях на разных удалениях от завода, выделяются ПП 6, 82, 113 и 125, на которых количество пролина в 2 и более раза превышает контроль. Вместе с тем на ПП 107, 108 и 118 количество данного метаболита в хвое не отличается от контроля. Обращают на себя внимание факты значительного различия со-

держания свободного пролина в хвое сосны на ПП, одинаково удаленных от завода. Так, количество пролина в хвое на ПП 111 превышает контроль в 2,7 раза, на ПП 109 – в 2,2 раза, а на ПП 105 и 110 – соответствует контролю, хотя все эти участки расположены в зоне с одинаковой техногенной нагрузкой. В то же время, в радиусе до 4 км от СУМЗа (зона сильного загрязнения) расположены ПП 7 и 102, на которых количество пролина в хвое также совпадает с контролем.

Изменение метаболизма пролина в хвое сосны в условиях разной стрессовой нагрузки свидетельствует о появлении адаптационного синдрома, характеризующегося снижением активности метаболических процессов.

Таблица

Содержание пролина в хвое сосны обыкновенной

№ ПП	Возраст древостоя, лет	Направление от СУМЗа	Удаление от СУМЗа, км	Содержание проли- на, мг/г
102	17	SW	1,7	32,0±1,2
6	37	SE	3,1	61,2±3,0
7	28	NE	4,1	30,5±1,4
101	16	SE	7,3	68,3±1,5
108	17	SE	7,3	29,3± 1,1
118	18	SE	8,0	39,4± 1,0
107	25	SE	8,9	38,7± 2,0
106	21	SE	9,1	50,3± 1,2
113	30	SE	10,0	134,5± 2,4
105	18	SE	10,6	46,5± 2,8
109	19	SE	10,7	71,1± 3,1
111	29	SE	10,7	85,7± 1,5
110	17	SE	10,8	39,8± 1,2
82	24	SE	16,7	79,7± 5,4
125	42	E	25,7	64,2± 1,6
128	43	E	21,3	62,8± 2,7
19к	15	SW	17,3	40,2± 2,9
20к	28	SW	18,9	31,3± 1,2

При этом устойчивость к действию стрессовых факторов поддерживается за счет сохранения минимального количества гидратационной воды. Повышение содержания пролина является приспособительной реакцией клетки, направленной на сохранение количества связанной воды на уровне, обеспечивающем ее жизнедеятельность [6]. С одной стороны, в условиях стресса оно может быть вызвано нарушением путей утилизации данного соединения за счет менее активного вовлечения его в синтез белков и хлорофилла, что приводит к снижению активности ростовых процессов. С другой стороны, накопление свободного пролина может происходить и в результате гидролитического распада белков [1].

Биохимические пути адаптации носят, как правило, многофазный характер. На первых стадиях наблюдается усиление активности функционально-приспособительных реакций. Для последних характерно угнетение метаболизма, вплоть до наступления стадий преобладания процессов деградации. При первичных отклонениях, свидетельствующих о возбужденном состоянии дерева, согласно Г.И. Массель [7], повышается интенсивность многих биохимических процессов. Данный признак можно рассматривать как адаптацию растения к действию стрессового фактора.

С этих позиций увеличение количества пролина на ПП 6 обусловлено, по-видимому, понижением уровня метаболизма в условиях постоянно действующего сильного стресса и усилением гидролитических процессов. В конечном итоге перечисленные процессы приводят к появлению визуально наблюдаемых признаков деградации древостоя.

Аналогичная, хотя и менее выраженная, картина наблюдается на удалении до 10 км от завода. Уменьшение различий с контролем в содержании свободного пролина говорит о лучшем состоянии древостоев, чем на ПП 6. Следует отметить, что четкого представления о механизмах накопления пролина пока нет. Из сравнения характеристик хвои на ПП 106 и 107 следует, что состояние древостоя на ПП 106 лучше. Об этом свидетельствует большее количество хлорофилла и высокое содержание пролина. Сравнение приростов сосны по диаметру (0,34 и 0,73 см на ПП 106 и 107 соответственно) позволяет предположить, что более высокое содержание свободного пролина в хвое на ПП 106 связано с замедлением его утилизации на ростовые процессы, поскольку известно [3], что остановка роста при неблагоприятных условиях может приводить к накоплению свободного пролина за счет задержки его дальнейших превращений.

Повышенное относительно контроля содержание свободного пролина в хвое сосны на ПП с удалением более 10 км, согласно схеме постадий-

ного снижения резистентности растения [7], связано с начальными фазами стресса, для которых характерно обратимое усиление метаболических процессов. Однако в этой группе ПП имеются древостои, на которых зафиксированы нарушения, указывающие на развитие более глубоких изменений обменных процессов. К ним относятся ПП 113 и 111, для которых характерны высокий уровень свободного пролина в хвое и низкие приросты.

Показатель накопления пролина может рассматриваться лишь как вспомогательный критерий при характеристике древостоев, поскольку он не дает однозначной оценки их состояния. Примером могут служить древостои на ПП 7 и 102, расположенные в зоне сильного действия аэротехногенных загрязнений СУМЗа. Состояние этих древостоев на основании данных о содержании пролина можно определить как нормальное, хотя количество пигментов в хвое в 1,5-2 раза меньше, чем на условно-чистой контрольной ПП. Последний факт указывает на появление глубоких нарушений в метаболизме и его перестройку на режим длительного выживания за счет минимального уровня фотосинтеза. Совокупность морфометрических параметров показывает, что состояние этих древостоев сильно угнетенное, предшествующее гибели.

Таким образом, на основе полученных данных можно сделать заключение, что уровень накопления свободного пролина в хвое сосны не может быть использован как обособленный индикатор состояния растения вне связи с другими диагностическими показателями. Вместе с тем, применение этой характеристики с другими позволяет более объективно характеризовать степень ослабления сосны под действием стрессовых факторов. Кроме того, величина содержания свободного пролина в хвое дает возможность уточнить стадию стрессовой реакции и степень устойчивости как отдельных деревьев, так и древостоев.

Работа выполнена при финансовой поддержке НТП Минобразования РФ (грант № 05.01.022) и РФФИ-Урал (грант № 01-04-96428)

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бритиков Е.А. Биологическая роль пролина. - М., 1975. - 88 с.
2. Bates L.S., Woldren R.P., Teare J.D. Rapid determination of free proline for water-stress studies // Plant and Soil. - 1973. - V.39. - №1. - P.205-207.

3. Бирюкова З.П. Свободный пролин как показатель физиологического состояния сосны обыкновенной // Физиология растений. - 1986. - Т.33. - Вып.5. - С.1027-1039.

4. Шевякова Э.И. Метаболизм и физиологическая роль пролина при водном и солевом стрессе // Физиология растений. - 1983. - Т.30. - Вып.4. - С. 768-773.

5. Кудашова Ф.Н. Азотный обмен и адаптация лиственницы к стрессовым условиям произрастания // Тезисы докладов III съезда ВОФР. – С.Пб., 1993. - С.634.

6. Eisenberg D., Schwarts E., Komoramy M., Wall R. Analysis of membrane and surface protein sequences with the hydrophobic moment plot // J. Mol. Biol. - 1984. - V.179. - P.125-142.

7. Массель Г.И. , Швец М.М. Биохимический контроль за состоянием хвойных лесов, подверженных действию промышленных эмиссий // Проблемы экологии лесов Прибайкалья. – Иркутск, 1991. - С.34-67.

УДК 634. 630. 165 (470.5)

А.П. Петров, В.А. Крючков, Л.А. Ладейщикова

(Уральский государственный лесотехнический университет)

УРАЛЬСКИЙ САД ЛЕЧЕБНЫХ КУЛЬТУР ИМ. ПРОФ. Л.И. ВИГОРОВА – СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Представлена краткая история развития Уральского сада лечебных культур им. проф. Л.И. Вигорова. Описаны основные итоги работы и перспективные направления дальнейшей деятельности.

Проблема мобилизации генофонда растений, в том числе введения в культуру новых высоковитаминных и декоративных видов стала в последнее время весьма актуальной для практики лесного и лесопаркового хозяйства, ландшафтного строительства, садоводства, степного и защитного лесоразведения, озеленения, фитодизайна и разработки продуктов питания с повышенной информационной структурой.

В России произрастает много полезных видов дикорастущих растений, которые еще не введены в культуру. Так, например, в последние годы возрос интерес как специалистов, так и садоводов-любителей к самым редким из них – древесным лианам наших дальневосточных лесов: актиниди-